

Rec'd PCT/PTO 17 DEC 2004  
PCT/JP03/11172

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.09.03

3

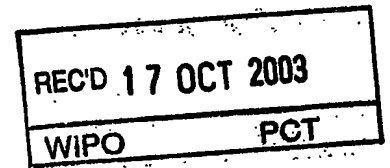
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 1 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 0 1 6 0 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 0 1 6 0 1 ]

出 願 人                      松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

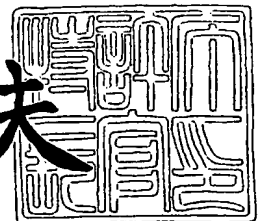


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2032440312

【提出日】 平成14年10月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 塩野 照弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山本 博昭

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 西野 清治

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 三露 常男

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 伊藤 達男

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報を記録する記録部を具備し、上記記録部は酸化チタンを含む記録層を具備することを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】 酸化チタンは、アモルファスか、もしくはアナターゼ型またはブルッカイト型の結晶形、もしくは上記アモルファスと上記結晶形の混合物であることを特徴とする請求項 1 記載の情報記録媒体。

【請求項 3】 記録層は、実質的に酸化チタンのみからなる請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 4】 記録層は、酸化チタンとそれより屈折率の小さい低屈折率材料との混合体である請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 5】 酸化チタンは、入射光の波長よりも実質的に小さい微粒子である請求項 4 に記載の情報記録媒体。

【請求項 6】 微粒子は入射光の波長の  $1/4$  よりも実質的に小さい請求項 5 に記載の情報記録媒体。

【請求項 7】 低屈折率材料は、樹脂である請求項 4 に記載の情報記録媒体。

【請求項 8】 低屈折率材料は、無機材料である請求項 4 に記載の情報記録媒体。

【請求項 9】 記録部は、記録層と中間層を交互に複数層具備する請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 10】 光の入射側に、保護層をさらに具備する請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 11】 光の入射側に、保護層をさらに具備し、上記保護層は、低屈折率材料と実質的に同じ材料からなる請求項 4 に記載の情報記録媒体。

【請求項 12】 記録部は、記録層と中間層を交互に複数層具備し、上記記録層は、酸化チタンと低屈折率材料との混合体であり、上記中間層は、低屈折率材料と実質的に同じ材料からなる請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 13】 酸化チタンは、重量比で 5% から 100% 未満までの混入比

である請求項 4 に記載の情報記録媒体。

【請求項 14】 記録層の厚さは、記録層の層数が多いほど薄くする請求項 9 に記載の情報記録媒体。

【請求項 15】 記録層の厚さ  $L$  は、波長  $\lambda$ 、上記記録層の未記録時の屈折率を  $n$ 、上記記録層の記録時の屈折率を  $n'$  としたとき、 $\lambda / (2n) < L < 3\lambda / (4n')$ 、もしくは、 $\lambda / n < L < 5\lambda / (4n')$  を満たす請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 16】 塗布により、請求項 1 に記載の記録層を形成する情報記録媒体の製造方法。

【請求項 17】 塗布により、請求項 9 に記載の記録層及び中間層をそれぞれ形成する情報記録媒体の製造方法。

【請求項 18】 光源と、上記光源から出射された光を請求項 1 に記載の情報記録媒体に集光する対物レンズと、上記情報記録媒体からの光を検出する光検出器とを備え、上記情報記録媒体の記録層に、酸化チタンの光学定数の変化を利用して、情報ビットを記録することを特徴とする光学情報記録再生装置。

【請求項 19】 情報ビットは 3 次元的に記録することを特徴とする請求項 18 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 20】 光源は、パルスレーザ光源であり、パルス幅は 1 ピコ秒から 5 ナノ秒である請求項 17 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 21】 光源は、波長が  $0.7 \mu\text{m}$  以下である再生用光源と、記録用のパルス光源を備える請求項 18 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 22】 多光子吸収過程を用いて記録する請求項 18 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 23】 対物レンズの収束光が既に記録された情報ビットを通過しない順序で、順次、上記情報ビットを、記録層に 3 次元的に記録する請求項 18 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 24】 記録層中の、対物レンズから最も離れた位置より、情報ビットを順次記録する請求項 23 に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項 25】 酸化チタンの光学定数の変化は、アナターゼ型もしくはブル

カイト型の結晶形からルチル型への結晶構造が変化することを利用する請求項18に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項26】 酸化チタンの光学定数の変化は、アモルファスから、アナターゼ型もしくはブルカイト型もしくはルチル型の結晶形への構造が変化することを利用する請求項18に記載の光学情報記録再生装置。

【請求項27】 再生用光源は、波長が $0.388\mu\text{m}\sim 0.413\mu\text{m}$ である請求項21に記載の光学情報記録再生装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、情報ビットを3次元的に記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置に関し、特に、安定に高感度・高速記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

情報ビットを3次元的に記録する情報記録媒体として、図8に示すような従来例の記録媒体があった（例えば、非特許文献1参照）。

##### 【0003】

この記録媒体は、ガラス基板104上に、ウレタン-ウレア共重合体材料を用いた記録層101、PVA（ポリビニルアルコール）膜とPMMA（ポリメチルメタアクリレート）膜を用いた中間層102を交互に形成したものである。

##### 【0004】

この記録媒体に、対物レンズ106で、パルス幅が約100フェムト秒のパルスレーザ光の入射光108を記録層101に集光（収束光107）することにより、2光子吸収過程により、記録ビット105を書き込むことができる。また、記録ビット105に低パワーで集光し、対物レンズ106を介して反射光107を光検出器（図8には記載無し）で検出することにより、信号再生を行うことができる。

##### 【0005】

記録ビット105を記録する記録層101が、対物レンズ106の光軸方向（ $z$ 軸方向）に3次的に構成することにより、情報容量を増大することができる。

#### 【0006】

##### 【非特許文献1】

河田善正他、”多層構造を有する有機記録媒体を用いた3次元光メモリ”、Optics Japan 2000 講演予稿集 p. 95, 7p B12 (2000年)。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来例の記録媒体では、記録層の記録感度が悪いという課題があった。このため、1パルスで1つの記録ビットを形成する1回書きの場合、光源として、ピークパワの非常に大きい（推測で100kW程度）フェムト秒レーザを用いる必要があった。もしくは、ピークパワがそれよりも小さい場合、同じ場所を多数回繰り返し記録する必要があり、書き込み速度が遅くなるという問題が生じていた。

#### 【0008】

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、情報ビットを3次的に記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置に関し、特に、安定に高感度・高速記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の情報記録媒体は、情報を記録する記録部を具備し、上記記録部は酸化チタンを含む記録層を具備することを特徴とする。

#### 【0010】

また、酸化チタンは、アモルファスか、もしくはアナターゼ型またはブルッカイト型の結晶形、もしくは上記アモルファスと上記結晶形の混合物であることを特徴とする。

#### 【0011】

また、記録層は、実質的に酸化チタンのみからなることを特徴とする。

【0012】

また、記録層は、酸化チタンとそれより屈折率の小さい低屈折率材料との混合体であることを特徴とする。

【0013】

また、酸化チタンは、入射光の波長よりも実質的に小さい微粒子であることを特徴とする。

【0014】

また、微粒子は入射光の波長の $1/4$ よりも実質的に小さいことを特徴とする。

【0015】

また、低屈折率材料は、樹脂であることを特徴とする。

【0016】

また、低屈折率材料は、無機材料であることを特徴とする。

【0017】

また、記録部は、記録層と中間層を交互に複数層具備することを特徴とする。

【0018】

また、光の入射側に、保護層をさらに具備することを特徴とする。

【0019】

また、光の入射側に、保護層をさらに具備し、上記保護層は、低屈折率材料と実質的に同じ材料からなることを特徴とする。

【0020】

また、記録部は、記録層と中間層を交互に複数層具備し、上記記録層は、酸化チタンと低屈折率材料との混合体であり、上記中間層は、低屈折率材料と実質的に同じ材料からなることを特徴とする。

【0021】

また、酸化チタンは、重量比で5%から100%未満までの混入比であることを特徴とする。

【0022】



また、記録層の厚さは、記録層の層数が多いほど薄くすることを特徴とする。

【0023】

また、記録層の厚さ $L$ は、波長 $\lambda$ 、上記記録層の未記録時の屈折率を $n$ 、上記記録層の記録時の屈折率を $n'$ としたとき、 $\lambda / (2n) < L < 3\lambda / (4n')$ 、もしくは、 $\lambda / n < L < 5\lambda / (4n')$ を満たすことを特徴とする。

【0024】

本発明の情報記録媒体の製造方法は、塗布により、請求項1に記載の記録層を形成することを特徴とする。

【0025】

本発明の情報記録媒体の製造方法は、請求項9に記載の記録層及び中間層をそれぞれ形成することを特徴とする。

【0026】

本発明の光学情報記録再生装置は、光源と、上記光源から出射された光を請求項1に記載の情報記録媒体に集光する対物レンズと、上記情報記録媒体からの光を検出する光検出器とを備え、上記情報記録媒体の記録層に、酸化チタンの光学定数の変化を利用して、情報ビットを記録することを特徴とする。

【0027】

また、情報ビットは3次元的に記録することを特徴とする。

【0028】

また、光源は、パルスレーザ光源であり、パルス幅は1ピコ秒から5ナノ秒であることを特徴とする。

【0029】

また、光源は、波長が $0.7\mu\text{m}$ 以下である再生用光源と、記録用のパルス光源を備えることを特徴とする。

【0030】

また、多光子吸収過程を用いて記録することを特徴とする。

【0031】

また、対物レンズの収束光が既に記録された情報ビットを通過しない順序で、順次、上記情報ビットを、記録層に3次元的に記録することを特徴とする。

**【0032】**

また、記録層中の、対物レンズから最も離れた位置より、情報ビットを順次記録することを特徴とする。

**【0033】**

また、酸化チタンの光学定数の変化は、アナターゼ型もしくはブルカイト型の結晶形からルチル型への結晶構造が変化することを利用することを特徴とする。

**【0034】**

また、酸化チタンの光学定数の変化は、アモルファスから、アナターゼ型もしくはブルカイト型もしくはルチル型の結晶形への構造が変化することを利用することを特徴とする。

**【0035】**

また、再生用光源は、波長が $0.388\mu\text{m} \sim 0.413\mu\text{m}$ であることを特徴とする。

**【0036】****【発明の実施の形態】****（実施の形態1）**

まず、本発明の実施の形態1の情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置について、図1から図4までを用い、座標軸を図のようにとって詳細に説明する。

**【0037】**

図1は、本発明の実施の形態1における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図、図2（a）、（b）は、どちらも同実施の形態の情報記録媒体の記録層の膜厚と反射率の関係を示す図であるが、図2（b）は、記録層の厚さが特に薄い場合の図、図3は同実施の形態における情報記録媒体の製造工程図、図4は同実施の形態の光学情報記録再生装置の光学ヘッドの構成図である。

**【0038】**

図1に示すように、本実施の形態の情報記録媒体は、情報を記録する記録部3を具備し、記録部3は酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）を含む記録層1を具備することを

特徴としている。記録部3は、酸化チタンのみからなる場合では、反射率が最も高くできるため、読み出し光量を最大に増やすことができる。

#### 【0039】

さらに、本実施の形態においては、記録部3は、記録層1と中間層2を交互に複数層具備する（図1では、記録層1が6層1a～1f、中間層2が5層2a～2eの場合を図示）多層構造であり、記録層1は、実質的に酸化チタンのみからなり、中間層2は、例えばPMMA、フォトポリマー樹脂、紫外線硬化樹脂やポリエステル樹脂等を用いて、例えば、ポリカーボネートやPMMA等の基板9上に形成し、収束光7の入射側に、例えばPMMA、フォトポリマー樹脂、紫外線硬化樹脂やポリエステル樹脂等の保護層4をさらに具備する。保護層4を設けることにより、ゴミやほこりに強くなる。

#### 【0040】

記録層1に含まれている酸化チタンは、構造的に、アモルファスと結晶形があり、さらに、結晶形にはアナターゼ型、ブルッカイト型、ルチル型の3種類存在する。本実施の形態では、記録層1に酸化チタンを含んでいれば良く、アモルファスと結晶形の混合物であっても安定に高感度・高速記録が可能である。

#### 【0041】

本発明者らは、酸化チタンに比較的低パワーのレーザ光を照射することにより、その構造を変化させられることを発見した。例えば、アナターゼ型の酸化チタンは、レーザ光の照射によりルチル型に変化させられ、例えば、屈折率が2.52から2.76へと変化し、 $\Delta n = 0.25$ の大きな屈折率変化を生じる。情報記録媒体の記録層1に酸化チタンを用いることにより、屈折率変化を生じた微小領域を記録ビットとすることにより、屈折率変化が大きくとれるため良好なSN比で読み出すことが可能である。ブルッカイト型の酸化チタンも同様にルチル型に変化させられる。また、アモルファスの酸化チタンでは、小さなレーザパワーで、アナターゼ型もしくはブルッカイト型の結晶形に変わり、それよりも大きなレーザパワーでは、ルチル型に変化させることが可能であった。

#### 【0042】

特に、アナターゼ型やブルッカイト型からルチル型への構造変化は、結晶形か

ら結晶形への構造変化であるために、構造が非常に安定であり、長期保存性に優れ、なかでも超高速・超高感度であることが分かった。上記の酸化チタンの構造変化を利用すれば、高感度・高速記録を特徴とする *w r i t e o n c e* 記録に用いることができる。

#### 【0043】

また、ルチル型の結晶形になった記録ビットも、レーザ光の照射により、アモルファスやアナターゼ型またはブルックait型への逆変化も可能であることが分かった。ただしこの場合は、ルチル型の結晶形を溶融する必要があるため、レーザパワーをより大きくする必要がある。従って *R e w r i t a b l e* 記録にも使用可能である。

#### 【0044】

本実施の形態では、基板9の厚さは、例えば1.1mmで、記録層1a~1fは、それぞれ、例えば厚さ1 $\mu$ m以下でトラック溝を形成してあり、中間層2a~2eは、例えば厚さ3 $\mu$ m~5 $\mu$ m程度で、保護層4の厚さは、例えば100 $\mu$ m程度である。

#### 【0045】

記録層1は、実質的にアナターゼ型またはブルックait型の酸化チタンのみからなる場合では、吸収が生じ始めるその吸収端波長は0.388 $\mu$ mであり、ルチル型ではその吸収端波長は0.413 $\mu$ mである。再生時に、それらの吸収端波長よりも大きな波長を用いる場合には、複数の記録層1を通過しても光の損失が少ないため、情報ビットを3次的に記録可能な情報記録媒体に適している。

#### 【0046】

また、アナターゼ型またはブルックait型と、ルチル型の吸収端の間である波長(0.388 $\mu$ m~0.413 $\mu$ m)である、例えば0.405 $\mu$ mの半導体レーザを用いる場合では、アナターゼ型やブルックait型等のルチル型以外では透明であるが、ルチル型では吸収が生じる。この点を生かせば屈折率変化と吸収係数変化を利用できるので、読み出しのコントラストが向上するという効果があり、3次的層数が少ない場合には有利である。

#### 【0047】

記録時は、記録層1において波長が $0.388\mu\text{m}$ で完全に吸収されるので、例えば、 $0.76\mu\text{m}$ のパルスレーザで、2光子吸収過程を用いて記録することができる。例えば、 $0.405\mu\text{m}$ を含む $0.5\mu\text{m}$ 以下の波長で再生することにより、記録媒体の高密度化を行うことができる。

#### 【0048】

図2に示した記録層膜厚と反射率の関係について説明する。ただし、中間層の屈折率は1.6の場合ある。同図の波線は、アナターゼ型の場合で未記録部（屈折率 $n=2.52$ ）の反射率を示し、実線はルチル型の場合で記録部（屈折率 $n'=2.76$ ）の反射率を示す。波長が $\lambda=0.65\mu\text{m}$ で、収束光7が絞れた記録層1dでの記録ビット5での反射率値である（図1参照）。この反射率の違いを利用して情報を再生することができる。また、未記録部の反射率は、フォーカス/トラックサーボ信号に用いることができる。

#### 【0049】

未記録部、記録部のピークは、膜厚がそれぞれ、 $(m-0.5)\lambda/(2n)$ 、 $(m-0.5)\lambda/(2n')$ で、それぞれ18%、25%もの大きな反射率を得ることができる。大きな反射率によりSN比の良い再生信号を得ることが可能である。ただし、 $m$ は膜厚の小さい順に1、2、3・・・となる曲線の番号を表す整数である。

#### 【0050】

層数が少ない場合には、記録層膜厚を実質的にピーク値がでる値（ $\lambda/(4n) \sim \lambda/(4n')$ ）付近にすればよいが、層数が多くなる場合には、記録層膜厚をそれよりも薄くして、1層あたりの光の反射率を減らした。例えば、本実施の形態では、層数に応じて、例えば、記録膜を $50\text{\AA} \sim 500\text{\AA}$ に設定し、層数が多ければ記録膜を薄くし、各層に入る光の割合が近い方が望ましい。

#### 【0051】

また図2(a)から分かるように、反射率変化が、そのピーク値が少し異なる周期的変化（周期はそれぞれ $\lambda/(2n)$ 、 $\lambda/(2n')$ ）になっているために、第2番目や第3番目の山形曲線の膜厚領域で、上記に説明した第1番目の曲線の膜厚より、変調率もしくはコントラストが大きくなる領域が存在することを

見つけた。波長 $\lambda$ 、上記記録層の未記録時の屈折率を $n$ 、上記記録層の記録時の屈折率を $n'$ としたとき、第2番目の膜厚領域では、記録層の厚さ $L$ は、 $\lambda / (2n) < L < 3\lambda / (4n')$ を満たすときがそれに相当し、同じく、第3番目の膜厚領域では、 $\lambda / n < L < 5\lambda / (4n')$ を満たす $L$ のときがそれに相当し、再生信号の品質が向上する。それよりも記録膜が厚くなると、膜厚精度が悪くなるので上記膜厚範囲の方が望ましい。

#### 【0052】

本実施の形態の情報記録媒体の製造工程としては、図3に示すように、図3(a)の基板1に、例えばスピコート等の塗布により、記録層1aを形成し(図3(a))、その上に、例えば塗布により、中間層2aを形成し(図3(b))、その上に、例えば塗布により、記録層1b、中間層2b、記録層1c、...、を繰り返し形成した。最後に、保護層4を、例えば塗布や、フィルム形成法により、光の入射側に形成した(図3(d))。塗布により、記録層と中間層を形成することにより、作製が容易で、低コスト化が可能になる。

#### 【0053】

また、記録層だけでも塗布により形成することにより、作製が容易で、低コスト化が可能になる。特に、酸化チタンの場合、アナターゼ型の結晶を微粒子化して、水等の溶液に浮かべて懸濁液とし、それをスピコートにすることにより、良好なアナターゼ型の酸化チタン膜を形成できる。そのときは、微結晶の配向はランダムになるために、偏光異方性が生じないという効果も出る。その他の構造でも同様に塗布形成可能である。

#### 【0054】

次に、本実施の形態の光学情報記録装置の光学ヘッドについて説明する。図4に示すように、本実施の形態の光学情報記録装置の光学ヘッドにおいては、再生用と記録用の2種類の光源20a、20bを設け、その光源20a、20bから情報記録媒体21までの光路中に、ビームスプリッタ18a、18b、コリメータレンズ16、フォーカス/トラック誤差信号検出素子15、立ち上げミラー12、球面収差補正素子13、対物レンズ6が配置されている。光源20aは、例えば波長 $0.405\mu\text{m}$ の再生用の半導体レーザ光源であり、光源20bは、例

例えば波長 $0.76\mu\text{m}$ で、パルス幅が、例えば1ピコ秒から10ナノ秒の記録用の半導体パルスレーザ光源である。

#### 【0055】

従来の記録材料においては、書き込み光源として、1パルスで1記録ビットを形成する1パルス書きの場合、パルス幅が約100フェムト秒で、ピークパワーが推測で約100kWの大出力パルスレーザを用いる必要があったが、本発明者は、酸化チタンの記録層1に対しては、書き込みエネルギーを、1パルス当たり1~100pJ程度確保しておけば、パルス幅が、例えば1ピコ秒から5ナノ秒に長パルス化して、ピークパワーを、例えば、100mW~1Wに低下できることを発見した。この理由として、本実施形態の記録膜1は、多光子吸収過程のみで記録されるのではなく、この多光子吸収過程がきっかけになり、プラズマが発生して酸化チタンの構造変化を誘発して記録され则认为している。

#### 【0056】

記録時においては、光源20aからy軸方向に出射された出射光22aは、コリメータレンズ16により、略平行光となり、回折型のフォーカス／トラック誤差信号検出素子15を透過（0次回折光利用）して、立ち上げミラー12によって光路をz軸方向に折り曲げられる。そして、z軸方向に折り曲げられた平行光8は、球面収差補正素子13を通過して、対物レンズ6によって情報記録媒体21の記録部3の記録層1に集光（収束光7）し、図1に示すように、記録ビット5が記録される。記録ビット5は、記録層1の光学定数の変化を利用して、3次元的に記録するが、本実施形態では、上述したように、記録層1に含まれる酸化チタンの構造変化に伴う屈折率変化や透過率の変化を利用して記録している。

#### 【0057】

再生時においては、光源20bから出射されたレーザ光22bは、ビームスプリッタ18aにより、y軸方向に折り曲げられ、コリメータレンズ16により、略平行光となり、回折型のフォーカス／トラック誤差信号検出素子15を透過（0次回折光利用）して、立ち上げミラー12によって光路をz軸方向に折り曲げられる。そして、z軸方向に折り曲げられた平行光8は、球面収差補正素子13を通過して、対物レンズ6によって情報記録媒体21の記録部3の記録層1の記

録ビット5に集光(収束光7)する。記録ビット5によって反射された収束光7は、逆方向に折り返し、対物レンズ6、球面収差補正素子13、立ち上げミラー12を順に通過し、回折型フォーカス/トラック誤差信号検出素子15によって、複数の光に分岐させて(1次回折光利用、ただし図4においては簡略化のため、回折型フォーカス/トラック誤差信号検出素子15からビームスプリッタ18bまでの光路においては分岐光は図示せず)、コリメータレンズ16により収束光となり、さらにビームスプリッタ18bにより-z軸方向に偏光され、複数の分岐光17a~17cはピンホールアレイ14のそれぞれのピンホール14a~14cを透過して光検出器19a、19b、19cで信号が検出される。ピンホールアレイ14は、分岐光17のほぼ焦点の位置に設置したが、これは別々のピンホールを分岐光17の焦点の対応する位置に置いても良い。ピンホール14の大きさをそれぞれの分岐光17よりも小さくする(図示せず)ことによって、分岐光17の中心部の光のみを検出し、このようにすることにより、分岐光17の周辺付近に分布する不要な高次収差光を除去し、再生信号だけでなくサーボの誤差信号のS/Nまでも向上させることができる。このときに分岐光17の周辺光を削除するために、光量は低下するため、APD(アバランシェフォトダイオード)を使用することにより信号強度を強めることができ、さらに3次元多層記録再生装置においては、材料の制限で検出光量が大きくとれないためAPDを用いると効果的である。

#### 【0058】

また、ピンホールアレイ14の代わりに、それぞれの分岐光17より小さい面積の光検出器19で、上記分岐光17をそれぞれ検出するようにしても同様の効果が得られる。

#### 【0059】

さらに、トラック誤差信号に対応する分岐光17bと17cのみをピンホールアレイ14のピンホール14b、14cを透過させて光検出器19b、19cで検出し、フォーカス誤差信号に対応する分岐光17aは、ピンホールを通さないで、例えば4分割の光検出器19aで直接検出するようにしても良い。このような配置では、フォーカス検出法として例えば非点収差法を用いることができる。



また、このときの光検出器19aの面積は、検出位置での分岐光17aの断面積より小さくすると高次収差成分を減らすことができる。

#### 【0060】

本実施の形態では、対物レンズ6の収束光7が既に記録された情報ビット5を通過しない順序で、記録層1中に、順次、情報ビット5を3次的に記録するようにした。このような順序で記録することにより、情報ビット5による、散乱光、不要回折光等の迷光を減らす効果がある。具体的には、記録層1中の、対物レンズ6から最も離れた位置（図1では、記録層1a）より、情報ビット5を順次記録することにより、上記順序が実現可能である。図1の構成では順に1aの列、1bの列、1cの列というように、-z軸方向に3次的に記録するようにすればよい。このとき、収束光7が通過する記録部3の厚さが記録深さにより異なるので、光源20から対物レンズ6までの光路中に設けた球面収差補正素子13で記録部1中に記録する情報ビット5の記録深さに応じて、上記球面収差補正素子13は球面収差量を制御しながら記録するようにすれば、良好な情報ビット5を形成可能である。球面収差補正素子13は、屈折率分布が可変である液晶素子や、アクチュエータで光軸方向が可変のビームエキスパンダーで構成が可能である。

#### 【0061】

また、図1の情報ビット5の未記録部分がある部分を記録する際は、迷光の発生量が押さえられるため記録する順序は、常に-z軸方向でなくとも収束光7が既に記録された情報ビットを通過しないのであれば良い。

#### 【0062】

（実施の形態2）

次に、本発明の実施の形態2の情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置について、図5、図6を用いて、上記実施の形態1と異なる点を中心に説明する。

#### 【0063】

図5は、本発明の実施の形態2における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図、図6は、同実施の形態の情報記録媒体の記録層の厚さ

と反射率の関係を示す図である。

#### 【0064】

本実施の形態の情報記録媒体は、記録層1は、酸化チタンと低屈折率材料10との混合体である（図5では、記録層6層1' a～1' f、中間層5層2 a～2 eの場合を図示）。

#### 【0065】

本実施の形態においては、酸化チタンとして、入射波長（例えば、 $0.405\mu\text{m}$ ）の $1/4$ よりも小さい、例えば、 $5\text{nm}$ から $50\mu\text{m}$ の粒子径の酸化チタンの超微粒子を用い、低屈折率材料10として、例えば、PMMA（ポリメチルメタアクリレート）、フォトポリマー樹脂、紫外線硬化樹脂やポリエステル樹脂等の屈折率が1.5前後の材料を用い、微粒子11は重量比で、例えば50%程度低屈折率材料10に混入して記録層1とし、低屈折率材料10と実質的に同じ材料で中間層2を構成した。光の入射側に、保護層4をさらに具備し、上記保護層4は、低屈折率材料10と実質的に同じ材料からなる。このような構成では、記録層1と中間層2及び保護層4との界面で相性が良く、化学反応等の問題が生じることがない。ただし、中間層2や保護層4は、低屈折率材料10に用いた材料ではなく、別の材料、例えばPMMA、フォトポリマー樹脂、紫外線硬化樹脂やポリエステル樹脂等も用いることもできる。

#### 【0066】

低屈折率材料10は、酸化チタンが吸収する波長では、ほとんど透明で、酸化チタン微粒子11は、結晶構造により異なるが、アナターゼ型の微粒子では、例えば $0.388\mu\text{m}$ 以下の波長の光の少なくとも一部を吸収する。酸化チタンを微粒子化して低屈折率材料10に混入して薄膜化することにより、その屈折率変化量を、酸化チタンの含有量により制御可能であるという効果がある。また、酸化チタンを微粒子することにより、量子効果や熱変換効率が良い等の微粒子特有の効果で記録感度が向上する等のような効果もあった。

#### 【0067】

低屈折率材料10に混ぜる微粒子11の粒子径は、実質的に入射波長より小さくすることにより、回折損失がなくなるため光損失は少なくなる（散乱損失のみ

)、さらに微粒子11の粒子径が入射波長の $1/4$ より小さければ、散乱損失もかなり少なくなり(透明性が高く)迷光が減らせ、光利用効率が高くできるので望ましい。

#### 【0068】

本実施の形態で用いた記録層1は、例えば約 $1\mu\text{m}$ 以下の薄膜にする場合、酸化チタンの微粒子11の混入比が重量比で最小で5%程度あれば、記録層1の記録感度は実用レベルにあることが分かった。

#### 【0069】

特にアナターゼ型の酸化チタンを用いる場合には、低屈折率材料10として無機材料を用いることにより記録層1が安定化でき(アナターゼ型の酸化チタンは光触媒作用があるため、紫外光の照射により有機材料を分解する可能性がある)、また、樹脂を用いた場合は、その断熱効果により感度を向上させられる効果がある。

#### 【0070】

本実施の形態の情報記録媒体の製造工程としても、記録層として、酸化チタン微粒子と低屈折率材料の混合物を用いたが、第1の実施の形態と基本的に同じように、記録層と中間層を塗布により形成した。

#### 【0071】

図6に示した記録層膜厚と反射率の関係(波長が $\lambda = 0.65\mu\text{m}$ で、中間層の屈折率は1.6)について説明する。波線は、アナターゼ型酸化チタンと低屈折率材料を50%ずつの混合体で未記録部(屈折率 $n = 2.06$ )の反射率を示し、実線はルチル型と低屈折率材料を50%ずつの混合体の場合で記録部(屈折率 $n' = 2.16$ )の反射率を示す。

#### 【0072】

未記録部、記録部のピークは、図6から分かるように、それぞれ6%、8%もの反射率を得ることができる。低屈折率材料10の混入比を増やすと記録層1の屈折率が下がるため、上記反射率ピーク値を下げるができる。

#### 【0073】

層数が少ない場合には、低屈折率材料10の混入比を減らして、反射率を上げ

る方が再生光の品質が良くなるが、層数が多くなる場合には、低屈折率材料10の混入比を増やして、1層あたりの光の損失を減らすのが望ましい。

#### 【0074】

##### (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3の情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置について、図7を用いて、上記実施の形態2の形態と異なる点を中心に説明する。

#### 【0075】

図7は、本発明の実施の形態3における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図である。

#### 【0076】

本実施の形態の情報記録媒体は、記録部3"を具備し、上記記録部3"は、記録層1"を具備し、上記記録層1"は、低屈折率材料10"と、酸化チタンの微粒子11"とを含んでいるが、上記微粒子11"は入射光の波長よりも実質的に小さくすることにより散乱ロスを小さくできる。実施の形態1の情報記録媒体と異なるのは、例えば、1.1mmの記録部3"全体が記録層1"としている点である。記録層1"に記録ビット5"の列を、例えば1" a～1" fのように、任意に記録していけば良い。

#### 【0077】

本実施の形態においては、微粒子11"として、入射波長（例えば、0.405 $\mu$ m）の1/4よりも小さい、例えば、5nmから50 $\mu$ mの粒子径の酸化チタンの超微粒子を用い、低屈折率材料10"として、例えば、PMMA（ポリメチルメタアクリレート）、フォトポリマー樹脂、紫外線硬化樹脂やポリエステル樹脂等を用い、微粒子11"は重量比で、例えば0.3%から10%程度を低屈折率材料10"に混入した。微粒子11"の混入比が高いと、散乱損失が増えるので、本実施形態では最大で10%とし、混入比が小さいと感度が悪いので、最小で0.3%とした。

#### 【0078】

また、本実施形態の情報記録媒体の製造方法として、塗布や射出成形により、

記録部 3" を形成することにより、製造が容易で低コスト化が可能になる。

#### 【0079】

以上、第 1 ～ 実施の形態 3 の情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置について説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではなく、それぞれの実施の形態の情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置の構成を組み合わせた情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置も本発明に含まれ、同様の効果を奏することができる。また、上記の情報記録媒体と光学情報記録再生装置は追記型以外に書き換え型も含まれる。

#### 【0080】

なお、上記実施の形態で用いた対物レンズとコリメータレンズは便宜上名付けたものであり、一般にいうレンズと同じである。

#### 【0081】

また、上記実施の形態においては、情報記録媒体として光ディスクを例に挙げて説明したが、同様の情報記録再生装置で厚みや記録密度など複数の仕様の異なる媒体を再生することができるように設計されたカード状やドラム状、テープ状の製品に応用することも本発明の範囲に含まれる。

#### 【0082】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、情報ビットを 3 次元的に記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置に関し、特に、安定に高感度・高速記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置を実現できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態 1 における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図

##### 【図 2】

本発明の実施の形態 1 における情報記録媒体の記録層の厚さと反射率の関係を

示す図

【図 3】

本発明の実施の形態 1 における情報記録媒体の製造工程図

【図 4】

本発明の実施の形態 1 の光学情報記録再生装置の光学ヘッド構成図

【図 5】

本発明の実施の形態 2 における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図

【図 6】

本発明の実施の形態 2 における情報記録媒体の記録層の厚さと反射率の関係を示す図

【図 7】

本発明の実施の形態 3 における情報記録媒体の構成と信号を記録／再生する様子を示す説明図

【図 8】

従来例の情報記録媒体と信号を記録する様子を示す説明図

【符号の説明】

- 1 記録層
- 2 中間層
- 3 記録部
- 4 保護層
- 5 記録ビット（情報ビット）
- 6 対物レンズ
- 7 収束光
- 8 平行光
- 9 基板
- 10 低屈折率材料
- 11 微粒子
- 12 立ち上げミラー

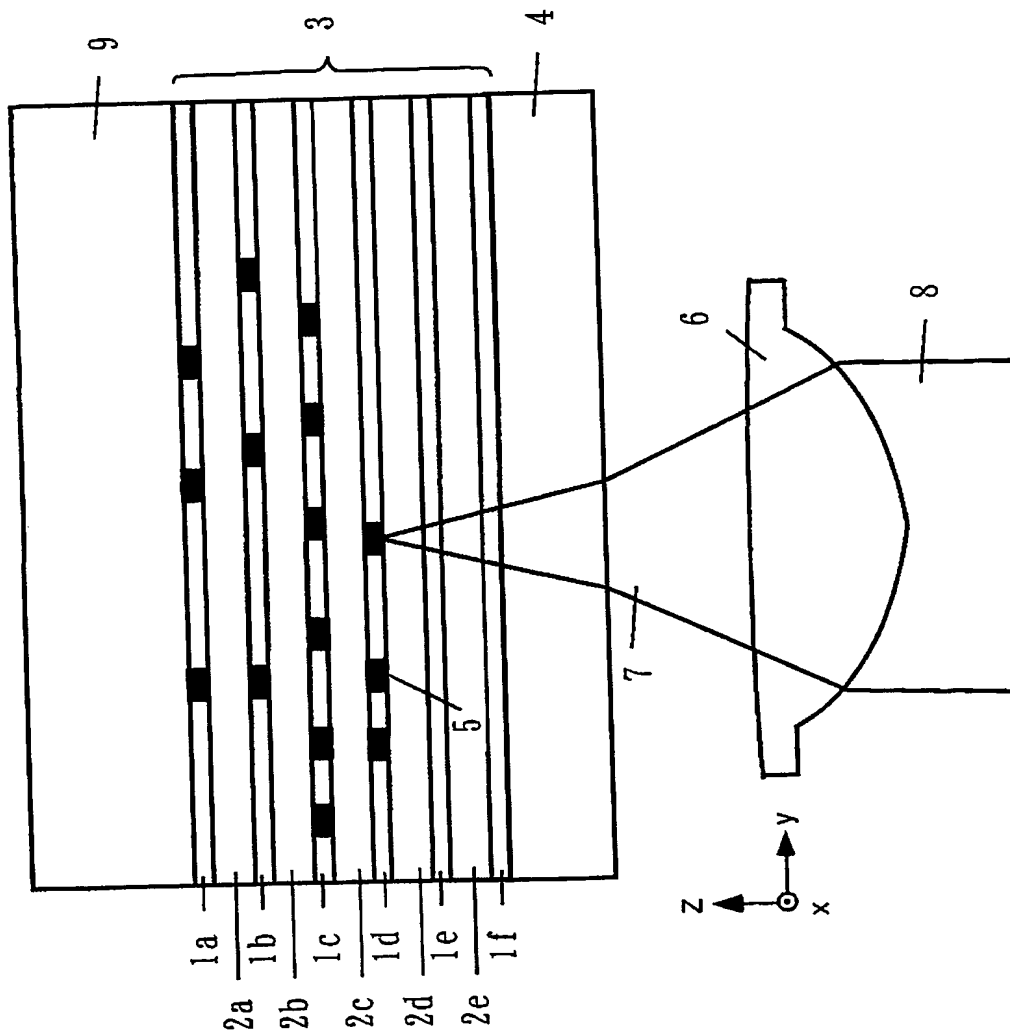
- 13 球面収差補正素子
- 14 ピンホールアレイ
- 14 a ~ 14 c ピンホール
- 15 フォーカス／トラック誤差信号検出素子
- 16 コリメータレンズ
- 17 分岐光
- 18 ビームスプリッタ
- 19 光検出器
- 20 光源
- 21 情報記録媒体
- 22 出射光

【書類名】

図面

【図1】

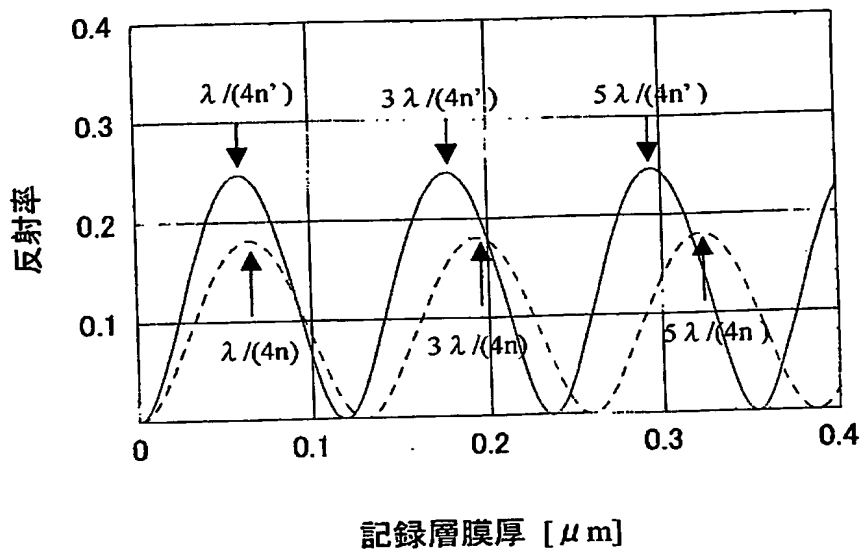
1. 記録層
2. 中間層
3. 記録部
4. 保護層
5. 記録ピット
6. 対物レンズ
7. 収束光
8. 平行光
9. 基板



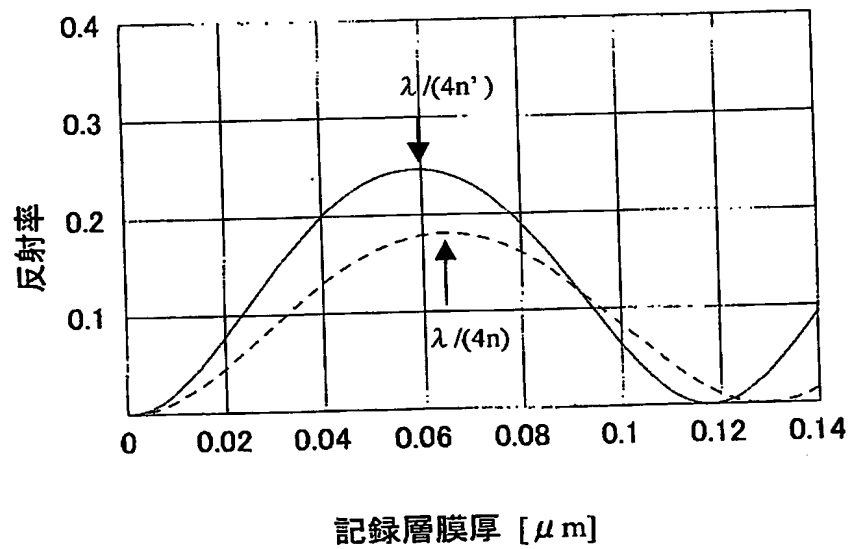


【図2】

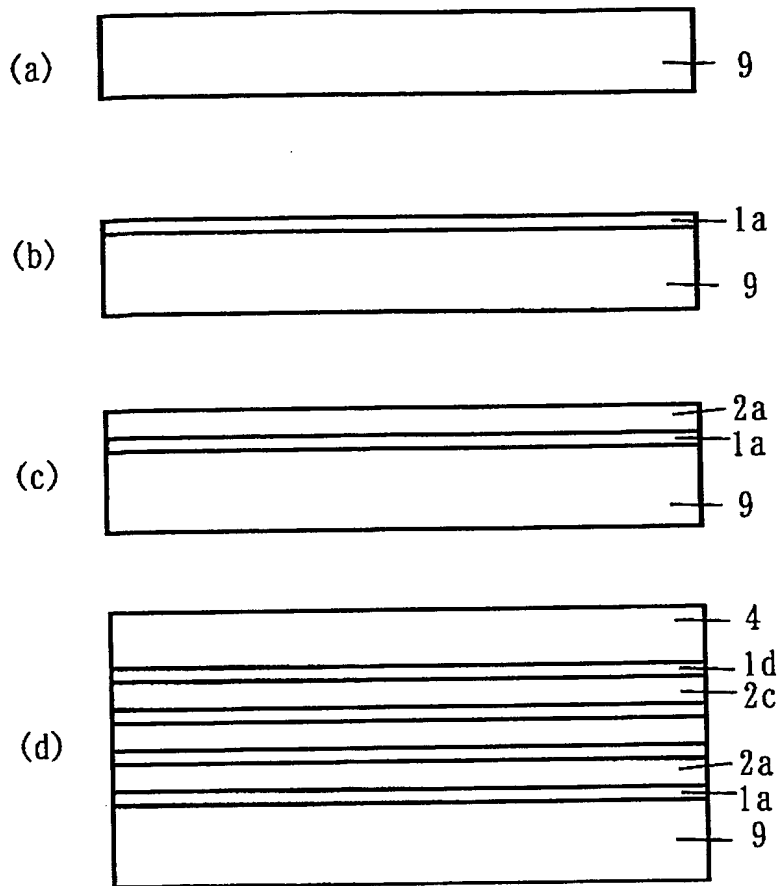
(a)



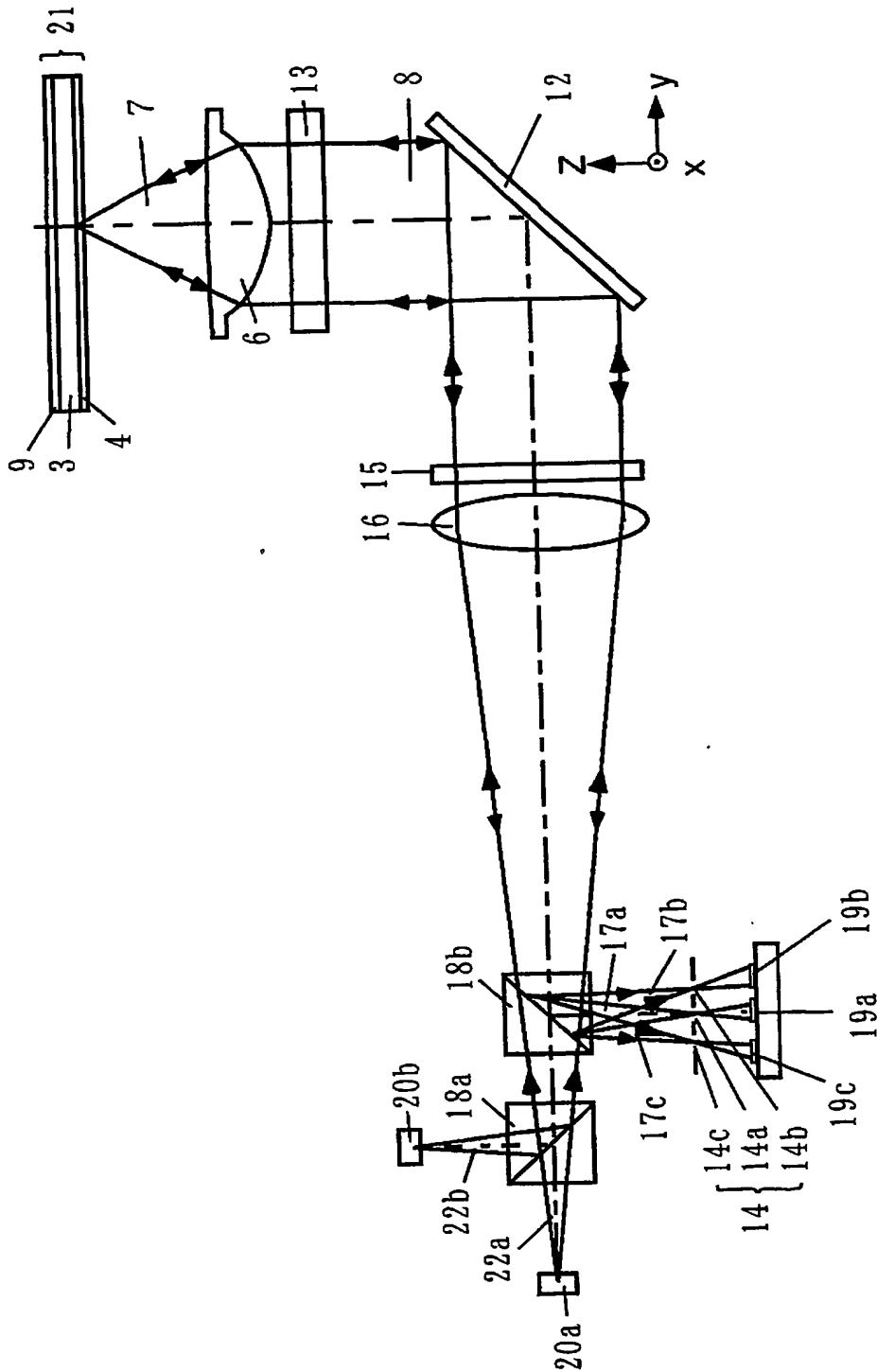
(b)



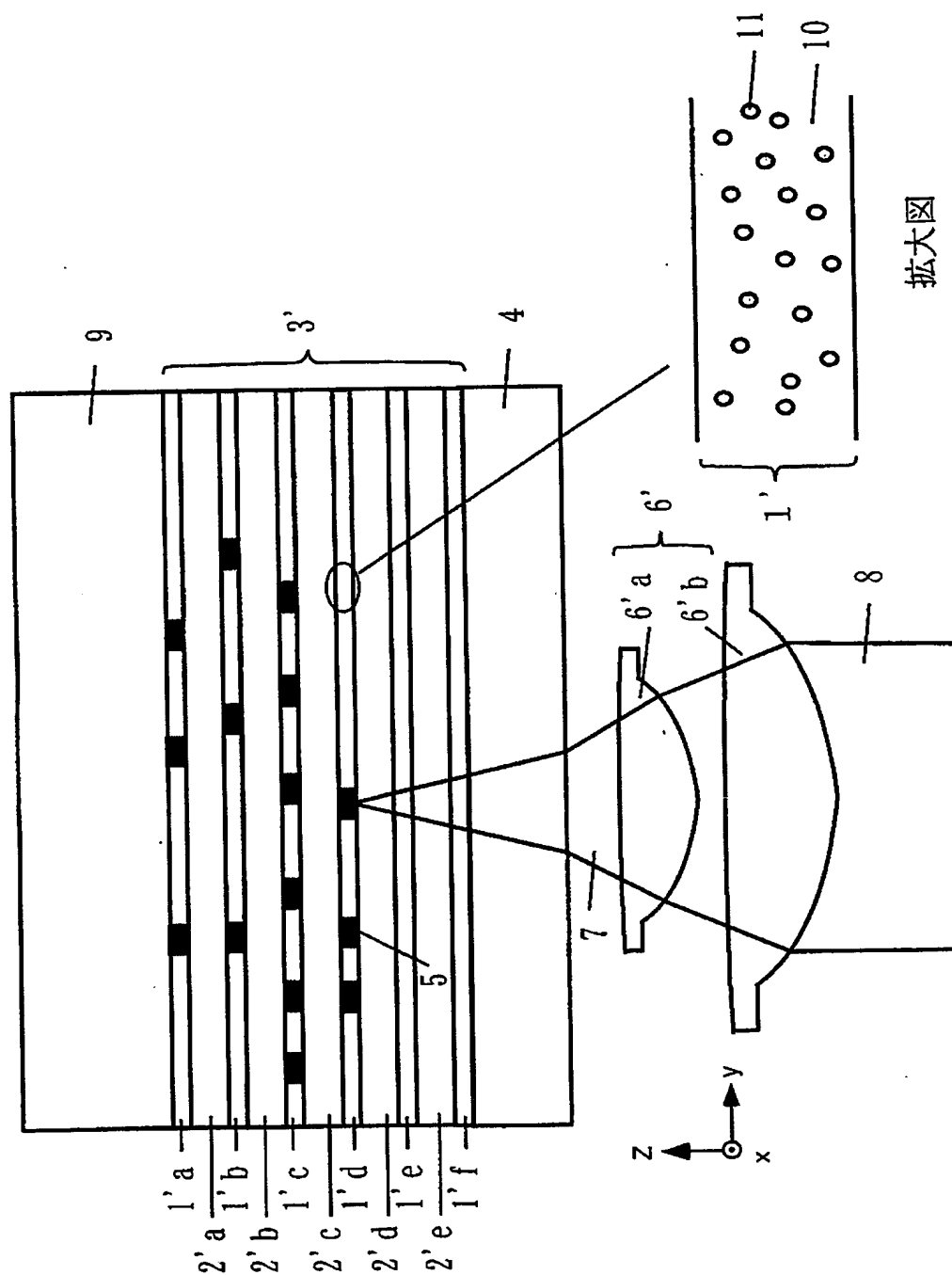
【図 3】



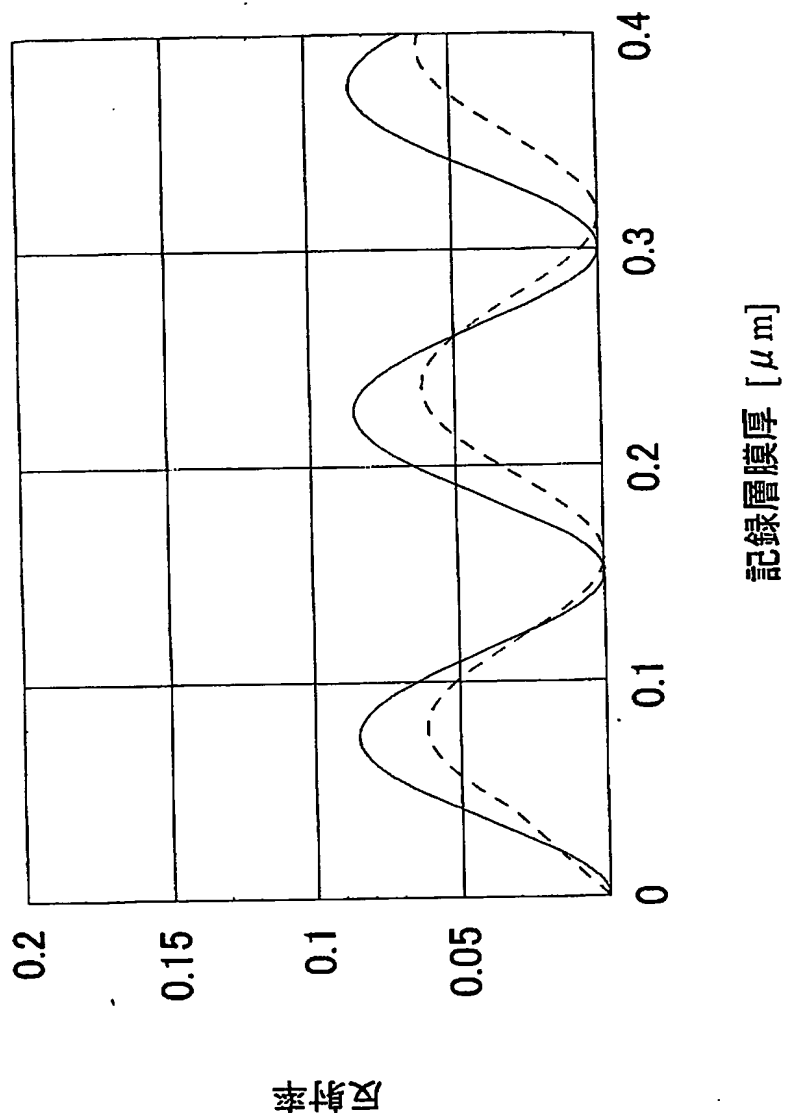
【図 4】



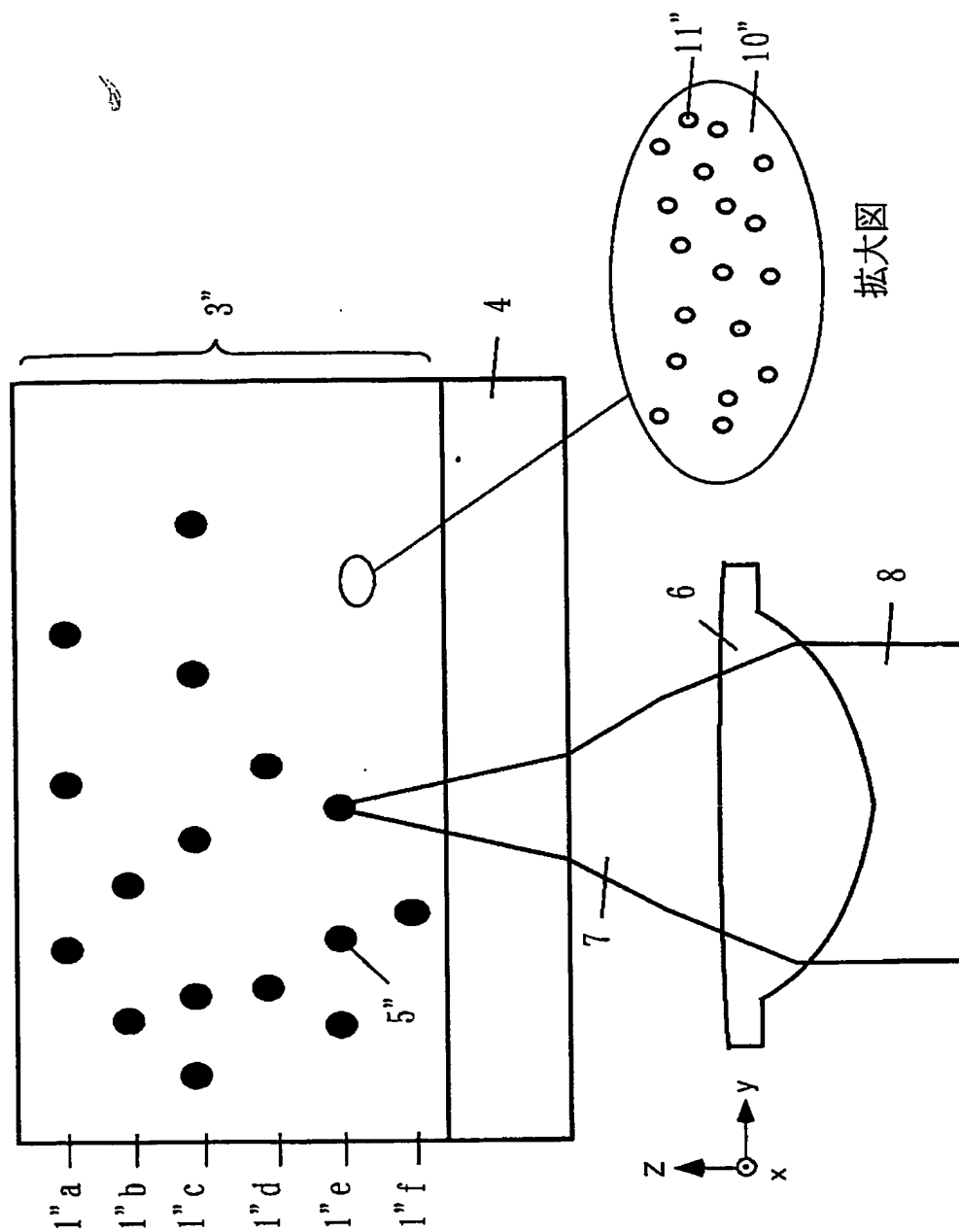
【図 5】



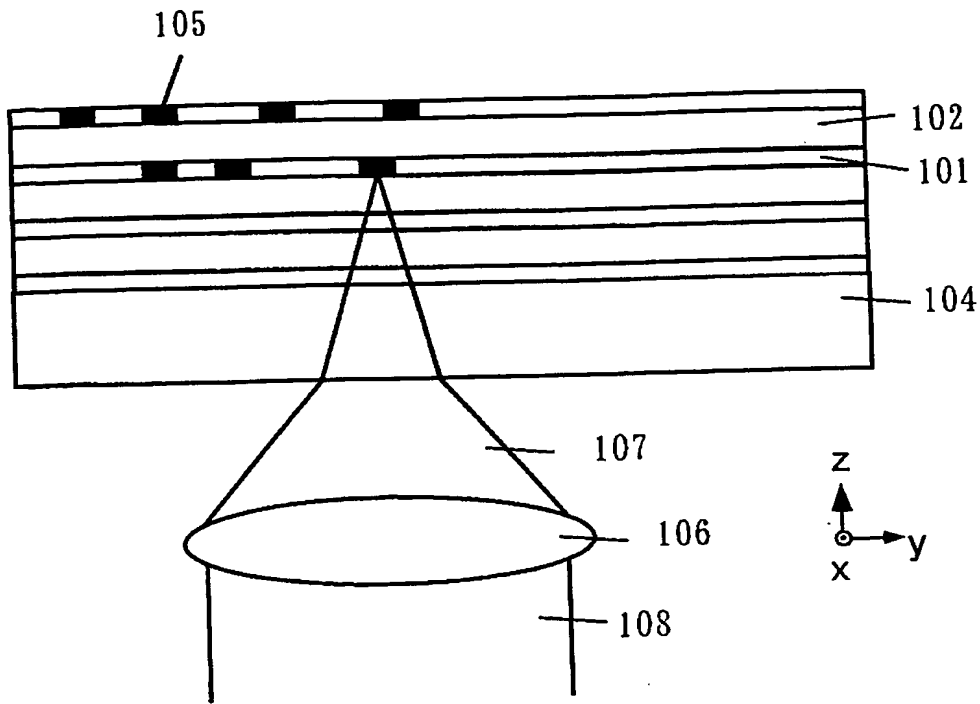
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 情報ビットを3次元的に記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置に関し、特に、安定に高感度・高速記録可能な情報記録媒体およびその製造方法と光学情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 情報を記録する記録部3を具備し、上記記録部3は酸化チタンを含む記録層1を具備することを特徴とする情報記録媒体を得る。

【選択図】 図1



特願 2002-301601

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1990年 8月28日

新規登録

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器産業株式会社